



---

**Corso di Laurea in Chimica e Tecnologia Farmaceutiche**  
**Corso di Analisi Chimico Farmaceutica e Tossicologica I (M-Z)**  
**Anno Accademico 2021/2022**

***Prof. Giuseppe La Regina***

## **Analisi semplificata degli anioni**

### *Premessa*

Sebbene esista un'analisi sistematica degli anioni mediante suddivisione in gruppi analogamente a quanto visto per i cationi, nella pratica comune, tuttavia, la ricerca degli anioni viene effettuata con saggi specifici per ogni singolo anione o gruppo di anioni.

In sostanza, la ricerca prevede la solubilizzazione del campione in ambiente basico e la suddivisione della soluzione ottenuta, definita soluzione anionica, in tante porzioni per quanti sono gli anioni da ricercare, oltre da un'eventuale quota di riserva. L'esercitazione prevede il riconoscimento degli anioni  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{I}^-$  e  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$  ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{NaNO}_3$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{KBr}$ ,  $\text{NaI}$ ,  $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ).

### *Precauzioni e operazioni preliminari*

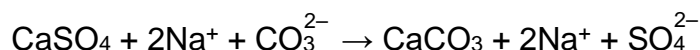
Indossare camice, occhiali di protezione e guanti monouso. Eseguire tutte le operazioni descritte sotto cappa aspirante, incluso il prelievo delle polveri e dei liquidi quando necessario. Quando richiesto, indossare la maschera filtrante.

### *Preparazione della soluzione anionica*

Porre in una beuta da 25 ml circa 2-3 punte di spatola ( $\approx 20$  mg) del campione in esame in 10 ml di acqua distillata e aggiungere sodio(I) carbonato solido,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , fino a saturazione ( $\approx 200$ - $300$  mg). Lasciare bollire per circa 20-25 minuti, controllando l'ebollizione mediante l'impiego di una spatola disposta obliquamente nella beuta. Qualora il volume della miscela si riduca eccessivamente, aggiungere qualche millilitro di acqua distillata con pipetta Pasteur. Nel caso in cui la soluzione diventi limpida, raffreddare, aggiungere sodio(I) carbonato solido,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , sino a saturazione e portare nuovamente all'ebollizione.

Al termine dell'ebollizione si dovranno ottenere circa 5 ml di soluzione alcalina. Dopo raffreddamento, filtrare la sospensione su filtro di carta a pieghe e lavare delicatamente il precipitato con 1-2 ml di sodio(I) carbonato soluzione acquosa 1M,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .

Il sodio(I) carbonato,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , provoca la precipitazione della maggior parte degli ioni metallici come carbonati, o idrossidi, e porta in soluzione gli anioni di molti sali poco solubili mediante reazioni metatetiche; ad esempio:



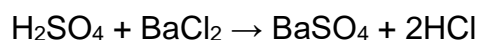
### *Analisi degli anioni*



Suddividere la soluzione anionica in 4 aliquote (più eventualmente una di riserva), ciascuna delle quali verrà utilizzata per il riconoscimento dell'anione di interesse.

### 1. Ricerca dei solfati

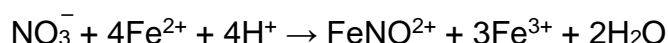
Acidificare 1 ml della soluzione anionica fino a pH = 3-4 con acido cloridrico soluzione acquosa concentrata, HCl 37% ( $\approx$  1 ml). Nel caso in cui si formi un precipitato, centrifugare la sospensione e scartare il precipitato. Aggiungere alla soluzione 2-3 gocce ( $\approx$  0,2 ml) di bario(II) cloruro soluzione acquosa 0,5M, BaCl<sub>2</sub>. In presenza di solfati, si ottiene un precipitato bianco di bario(II) solfato, BaSO<sub>4</sub>:



Se la soluzione non è stata acidificata a sufficienza, il precipitato bianco ottenuto può essere costituito da bario(II) carbonato, BaCO<sub>3</sub>. Per verificare tale eventualità, centrifugare la soluzione e trattare il precipitato con alcune gocce ( $\approx$  0,2 ml) di acido cloridrico soluzione acquosa 2N, HCl. Se il precipitato è costituito solo da bario(II) carbonato, BaCO<sub>3</sub>, si scioglie completamente, mettendo in evidenza la non corretta esecuzione del saggio.

### 2. Ricerca dei nitrati

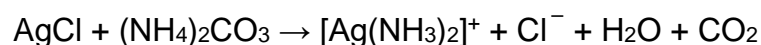
All'interno di una provetta da batteriologia, acidificare 0,5 ml della soluzione anionica sino a pH = 3-4 con acido solforico soluzione acquosa 2M, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, ( $\approx$  1 ml), e, quindi, aggiungere 1-2 ml di una soluzione acquosa satura di ferro(II) solfato, FeSO<sub>4</sub>. Aggiungere alla soluzione risultante con molta cautela alcune gocce ( $\approx$  0,2 ml) di acido solforico concentrato, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 98%, avendo cura che questo scorra lungo le pareti della provetta ed entri nella soluzione senza provocare rimescolamenti. In presenza di nitrati, all'interfase tra l'acido solforico concentrato, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 98%, depositatosi sul fondo della provetta e la soluzione si apprezza un anello bruno dovuto alla formazione di ferro(II) nitrosile, FeNO<sup>2+</sup>:



### 3. Ricerca dei cloruri, bromuri e ioduri

Acidificare con alcune gocce ( $\approx$  0,5 ml) di acido nitrico soluzione acquosa concentrata, HNO<sub>3</sub> 70%, 1 ml della soluzione anionica fino a pH = 3-4 e portare all'ebollizione in bagno maria per qualche minuto. Dopo raffreddamento, aggiungere 0,5 ml di argento(I) nitrato soluzione acquosa 0,5M, AgNO<sub>3</sub>; se presenti, precipitano gli alogenuri come sali di argento(I) (argento(I) cloruro, AgCl, bianco; argento(I) bromuro, AgBr, giallo pallido; argento(I) ioduro, AgI, giallo). Centrifugare la sospensione e scartare il liquido sovrastante.

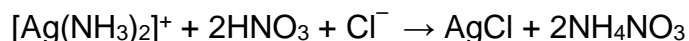
Trattare il precipitato con 3-4 ml di ammonio(I) carbonato 1M, (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, e scaldare a bagnomaria bollente per 3-5 minuti: l'argento(I) cloruro, AgCl, viene solubilizzato secondo la reazione:



Dopo raffreddamento, centrifugare e conservare il precipitato (contenente bromuri e ioduri).

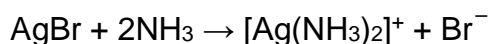


Dopo averlo separato, acidificare il liquido sovrastante (contenente i cloruri) fino a pH = 3-4 con acido nitrico soluzione acquosa concentrata, HNO<sub>3</sub> 70%, (≈ 1-2 ml): in presenza di cloruri, si ottiene un precipitato bianco di argento(I) cloruro, AgCl



Lavare il precipitato contenente bromuri e ioduri con 1 ml di ammonio(I) carbonato soluzione acquosa 1M, (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, trattarlo con 2 ml di ammonio(I) idrossido soluzione acquosa 6M, NH<sub>4</sub>OH, e lasciare bollire a bagnomaria per 2 minuti.

Dopo raffreddamento, centrifugare la sospensione e conservare l'eventuale residuo (contenente gli ioduri). Il liquido sovrastante contiene i bromuri, passati in soluzione grazie alla formazione del complesso diamminoargento(I), [Ag(NH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>]<sup>+</sup>:



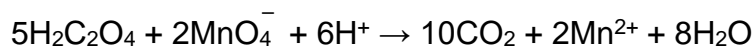
Acidificare fino a pH = 3-4 la soluzione con alcune gocce (≈ 0,5 ml) di acido nitrico concentrato soluzione acquosa, HNO<sub>3</sub> 70%: in presenza di bromuri, si ottiene un precipitato giallo pallido di argento(I) bromuro, AgBr



Trasferire il precipitato contenente gli ioduri in un tubicino da saggio con l'aiuto di una spatola, aggiungere 1-2 gocce (≈ 0,3 ml) di acido solforico concentrato, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 98%, e scaldare al calor rosso: ha luogo la formazione di vapori violetti di iodio molecolare, I<sub>2</sub>.

#### 4. Ricerca degli ossalati

Acidificare fino a pH = 5 con alcune gocce (≈ 0,3 ml) di acido acetico soluzione acquosa 2N, CH<sub>3</sub>COOH, 1 ml della soluzione anionica ed aggiungere 1 ml di una soluzione di calcio(II) nitrato soluzione acquosa 0,2M, Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>. In presenza di ossalati si ottiene un precipitato bianco di calcio(II) ossalato, CaC<sub>2</sub>O<sub>4</sub>. Centrifugare e scartare il liquido sovrastante. Trattare il precipitato con alcune gocce (≈ 0,3 ml) di acido solforico soluzione acquosa 2M, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, scaldare la soluzione e aggiungere lentamente alcune gocce (≈ 0,3 ml) di una soluzione di potassio(I) permanganato soluzione acquosa 0,01M, KMnO<sub>4</sub>. In presenza di ossalati, il permanganato viene ridotto a Mn<sup>2+</sup> e di conseguenza la colorazione violetta da esso impartita inizialmente alla soluzione sparisce:



L'anidride carbonica, CO<sub>2</sub>, che si sviluppa dalla reazione, può essere messa in evidenza mediante gorgogliamento in acqua di barite.



## Informazioni sulla sicurezza per le sostanze utilizzate durante l'esercitazione







*Nella versione elettronica dell'esercitazione cliccando sulle voci sottolineate in azzurro si viene indirizzati ai corrispondenti dettagli. Per le schede di dati di sicurezza è necessaria una connessione internet.*

Sostanza (Formula)	CAS Registry Number	Pittogramma (Regolamento CLP 1272/2008)	Indicazione di pericolo	Consiglio di prudenza	Scheda di dati di sicurezza
Acido acetico (CH <sub>3</sub> COOH)	64-19-7		H226 H314	P210 P280 P301 + P330 + P331 P303 + P361 + P353 P305 + 351 + P338 + P310	<a href="#">Vai</a>
Acido cloridrico (HCl)	7647-01-0		H290 H314 H335	P280 P303 + P361 + P353 P305 + P351 + P338 + P310	<a href="#">Vai</a>
Acido nitrico (HNO <sub>3</sub> )	7697-37-2		H272 H390 H314 H331	P210 P220 P280 P303 + P361 + P353 P304 + P340 + P310 P305 + P351 + P338 EUH071	<a href="#">Vai</a>
Acido solforico (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	7664-93-9		H290 H314	P280 P301 + P330 + P331 P303 + P361 + P353 P305 + P351 + P338 + P310	<a href="#">Vai</a>
Ammonio(I) carbonato (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> (CO <sub>3</sub> )	1061-29-2		H302	P264 P270 P301 + P312 P330 P501	<a href="#">Vai</a>
Ammonio(I) idrossido (NH <sub>4</sub> OH)	1336-21-6		H302 H314 H335 H400	P261 P273 P280 P301 + P312 P303 + P361 + P353 P305 + P351 + P338	<a href="#">Vai</a>



Argento(I) nitrato (AgNO <sub>3</sub> )	7761-88-8	  	H272 H290 H314 H410	P210 P260 P280 P303 + P361 + P353 P305 + P351 + P338	<a href="#">Vai</a>
Bario(II) cloruro diidrato (BaCl <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O)	10361-37-2	 	H301 H332 H319	P261 P271 P301 + P310 P304 + P340 P305 + P351 + P338 P337 + P313	<a href="#">Vai</a>
Bario(II) idrossido ottaidrato (Ba(OH) <sub>2</sub> ·8H <sub>2</sub> O)	17194-00-2	 	H302 H314	P280 P301 + P330 + P331 P303 + P361 + P353 P304 + P340 P310 P305 + P351 + P338	<a href="#">Vai</a>
Calcio(II) nitrato tetraidrato (Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·4H <sub>2</sub> O)	13477-34-4	 	H302 H318	P280 P301 + P312+ P330 P305 + P351 + P338 + P310	<a href="#">Vai</a>
Ferro(II) solfato eptaidrato (FeSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O)	7782-63-0		H302 H315 H319	P301 + P312 + P330 P305 + P351 + P338	<a href="#">Vai</a>
Potassio(I) bromuro (KBr)	7758-02-3		H319	P280 P305 + P351 + P338 P337 + P313	<a href="#">Vai</a>
Potassio(I) permanganato (KMnO <sub>4</sub> )	7722-64-7	   	H272 H302 H314 H410	P210 P260 P273 P280 P303 + P361 + P353 P305 + P351 + P338	<a href="#">Vai</a>
Sodio(I) carbonato (Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> )	497-19-8		H319	P264 P280 P305 + P351 + P338 P337 + P313	<a href="#">Vai</a>
Sodio(I) cloruro (NaCl)	7647-14-5	-	-	-	<a href="#">Vai</a>



Sodio(I) ioduro (NaI)	7681-82-5	  	H315 H319 H372 H400	P260 P264 P273 P302 + P352 P305 + P351 + P338 P314	<a href="#">Vai</a>
Sodio(I) nitrato (NaNO <sub>3</sub> )	7631-99-4	 	H272 H319	P210 P305 + P351 + P338	<a href="#">Vai</a>
Sodio(I) ossalato (Na <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> )	62-76-0		H302 + H312	P264 P270 P280 P301 + P312 P302 + P352 + P312 P362 + P364	<a href="#">Vai</a>
Sodio(I) solfato (Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	7757-82-6	-	-	-	<a href="#">Vai</a>



## **Elenco delle sostanze, delle soluzioni, delle attrezzature e del materiale a mettere a disposizione degli studenti**

Sostanze solide: miscela anioni x6, sodio(I) carbonato x6.

Sostanze liquide e soluzioni: ammonio(I) carbonato soluzione acquosa 1M x2, bario(II) idrossido soluzione acquosa 5% x2, acido acetico soluzione acquosa 2N x2, ferro(II) solfato soluzione acquosa satura x2, acido solforico 98% x6, acido solforico soluzione acquosa 2M x2, acido cloridrico soluzione acquosa 2N x6, acido cloridrico soluzione acquosa 37% x6, acido nitrico soluzione acquosa 70% x6, sodio(I) carbonato soluzione acquosa 1M x2, ammonio(I) idrossido soluzione acquosa 6M x2, potassio(I) permanganato soluzione acquosa 0,01M x2, calcio(II) nitrato soluzione acquosa 0,2M x2, argento(I) nitrato soluzione acquosa 0,5M x2, bario(II) cloruro soluzione acquosa 0,5M x2.

Attrezzature e materiale laboratorio: bagnomaria x12, becher raccolta tubicini x6, carta da filtro x6, centrifuga x6, lampada Bunsen x6, pipette Pasteur x6, tubicini da saggio x6.